

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-113964
 (43)Date of publication of application : 21.04.2000

(51)Int.Cl.

H05B 3/18

(21)Application number : 10-281520
 (22)Date of filing : 02.10.1998

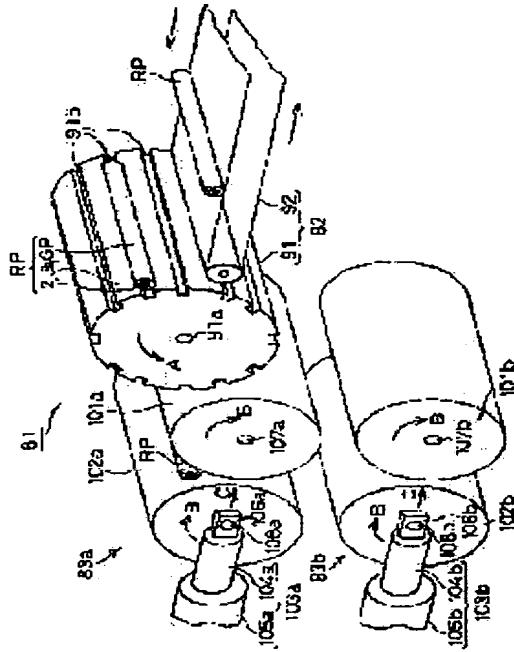
(71)Applicant : NGK SPARK PLUG CO LTD
 (72)Inventor : HAYAKAWA HIROTAKA
 KITO TOMOHISA

(54) MANUFACTURE OF CERAMIC HEATER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reliably stick a green sheet piece and a ceramic base material together and to quickly conduct refastening after the green sheet piece coated with a ceramic paste is wound on the ceramic base material.

SOLUTION: A green sheet piece RP wound with a green sheet piece GP on a ceramic porcelain tube 2 with a ceramic paste 3a used as a jointing material is automatically fed through belt conveyor 92 → conveyer roller 91 → refastening roller group 83a → refastening roller group 83b in sequence. Constant exciting force is applied to the roller shaft 108a of a refastening roller 102a in the direction of an arrow C from an exciting device 103a. The green sheet piece RP is rotated in slide contact with the outer peripheral faces of both refastening rollers 101a, 102a and passes between them to be refastened in response to the difference between the revolving speeds of the refastening rollers 101a, 102a of the refastening roller group 83a. Similar refastening is made by the refastening rollers 101b, 102b of the refastening roller group 83b.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3694407

[Date of registration] 01.07.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-113964

(P2000-113964A)

(43)公開日 平成12年4月21日 (2000.4.21)

(51)Int.Cl.⁷

H 05 B 3/18

識別記号

F I

H 05 B 3/18

テマコートTM (参考)

3 K 0 9 2

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全11頁)

(21)出願番号 特願平10-281520

(22)出願日 平成10年10月2日 (1998.10.2)

(71)出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72)発明者 早川 實隆

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 木藤 共久

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(74)代理人 100082500

弁理士 足立 勉

F ターム (参考) 3K092 PP06 PP16 QA02 QB03 QB25

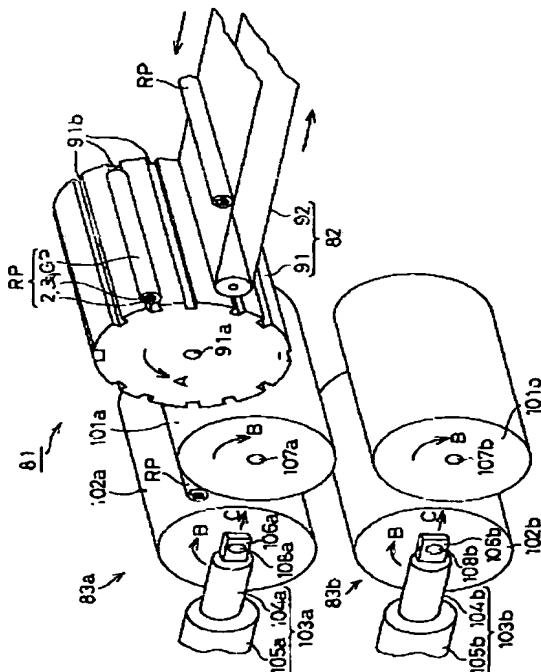
QB74 RA06 RD16 RD47 VV03

(54)【発明の名称】セラミックスヒータの製造方法

(57)【要約】

【課題】セラミックスペーストが塗布されたグリーンシート片をセラミックス基材に巻き付けた後に増し締めを行う際に、両者を確実に密着させ且つ増締作業を速やかに行う。

【解決手段】セラミックスペースト3aを接合材としてセラミックス碍管2にグリーンシート片GPが巻き付けられたグリーンシート片RPは、ベルトコンベア92→搬送ローラ91→増締ローラ群83a→増締ローラ群83bへ順次自動的に供給される。増締ローラ102aのローラ軸108aには、付勢装置103aから矢印C方向に一定の付勢力が付与される。そのため、増締ローラ群83aの各増締ローラ101a, 102aの回転速度の差に対応し、グリーンシート片RPは両増締ローラの外周面と摺動しながら回転して両増締ローラの間を通り抜け、増し締めが行われる。そして、増締ローラ群83bの各増締ローラ101b, 102bにおいても同様な増し締めが行われる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 セラミックス原料粉末に溶剤および結合剤を添加してシート状に成形したグリーンシート片に、通電されることにより発熱する発熱パターンを形成し、そのグリーンシート片の表面に、セラミックス原料粉末に溶剤および結合剤を添加したセラミックスペーストを塗布し、そのセラミックスペーストが塗布された面の上にセラミックス基材を載置する第1の工程と、グリーンシート片をセラミックス基材の外周に巻き付け、セラミックスペーストの塗布面をセラミックス基材に密着させる第2の工程と、グリーンシート片と発熱パターンとセラミックスペーストとセラミックス基材とを一体焼成する第3の工程とを備えたセラミックスヒータの製造方法であって、前記第2の工程では、セラミックス基材の外周に巻き付けられたグリーンシート片を、それぞれのローラ軸が平行に配置されて同一方向に回動する第1および第2の増締ローラの間を通過させ、その通過時に、第1および第2の増締ローラの外周面と当該グリーンシート片の外周面とを摺動させながら、第1および第2の増締ローラの間で当該グリーンシート片を回動させることにより、セラミックスペーストの塗布面全面をセラミックス基材の外周面に密着させる増し締めを行うことを特徴とするセラミックスヒータの製造方法。

【請求項2】 請求項1に記載のセラミックスヒータの製造方法において、

前記第1および第2の増締ローラのローラ軸は共に水平かつ同じ高さに配置されていることを特徴とするセラミックスヒータの製造方法。

【請求項3】 請求項1に記載のセラミックスヒータの製造方法において、

前記第2の増締ローラのローラ軸に対して、前記第1の増締ローラのローラ軸の方向に一定の付勢力を付与する付勢手段を備えたことを特徴とするセラミックスヒータの製造方法。

【請求項4】 請求項1に記載のセラミックスヒータの製造方法において、

前記第1および第2の増締ローラの少なくとも外周面がそれぞれ可撓性を有し、前記グリーンシート片を前記第1および第2の増締ローラの間を通す際に、前記セラミックス基材の形状に対応して前記第1および第2の増締ローラの外周面が変形することを特徴とするセラミックスヒータの製造方法。

【請求項5】 請求項1に記載のセラミックスヒータの製造方法において、

前記第1および第2の増締ローラの外周面が加熱されていることを特徴とするセラミックスヒータの製造方法。

【請求項6】 請求項1に記載のセラミックスヒータの製造方法において、

前記第1および第2の増締ローラと前記グリーンシート

片とが擦れ合うことによって生じる静電気を除去する静電気除去手段を備えたことを特徴とするセラミックスヒータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はセラミックスヒータの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、各種センサの加熱、グローバルシステム、半導体の加熱、石油ファンヒーターの点火などの用途で、セラミックスヒータが広く使用されている。例えば、内燃機関の排気管中に装着されて排気ガス中の酸素濃度を検出する酸素センサでは、特に低温時に酸素センサを良好に機能させるためにセンサの素子部を加熱する必要があり、その加熱用にセラミックスヒータが使用されている。

【0003】本出願人においても、この種のセラミックスヒータとして、円筒形のセラミックス碍管（基材）の表面に、第1のセラミックス層、第2のセラミックス層、発熱パターン、第3のセラミックス層をこの順番で積層した構造のものを種々提案している（特開平1-225087号、特開平4-329291号など）。

【0004】このような構造のセラミックスヒータは以下の工程を経て製造される。

工程A：第2および第3のセラミックス層を形成するための原料粉末（アルミナ粉末など）を混合してスラリー状とし、それを薄板状に成形して第1および第2の2枚の矩形状のグリーンシートを作成する。

【0005】工程B：第2のグリーンシートの表面に、高融点金属ペースト（タンクステンペーストなど）から成る複数組の発熱パターンをペースト印刷法を用いて形成する。このとき、発熱パターンの各組が第2のグリーンシートの長手方向に配置されるようとする。

【0006】工程C：第2のグリーンシートにおける発熱パターンが形成された面上に第1のグリーンシートを重ね合わせ、第1および第2のグリーンシートを圧着する。

工程D：発熱パターンが1組ずつ独立するように、積層した第1および第2のグリーンシートを長手方向に対して垂直に切断分離して、短冊状のグリーンシート片を作成する。

【0007】工程E：第1のセラミックス層を形成するための原料粉末（アルミナ粉末など）を混合してスラリー状としたセラミックスペーストを作成する。そして、当該セラミックスペーストを各グリーンシート片の表面に塗布する。

工程F：各グリーンシート片のセラミックスペーストが塗布された面の上に、予め作成しておいたセラミックス碍管を載置する。このとき、各グリーンシート片の長手方向に対して平行な所定位置にセラミックス碍管が配置

されるように、各グリーンシート片に対してセラミックス碍管を1本ずつ載置する。

【0008】工程G：グリーンシート片をセラミックス碍管の外周に巻き付け、セラミックスペーストの塗布面をセラミックス碍管に密着させる。

工程H：セラミックス碍管、セラミックスペースト、第1のグリーンシート、発熱パターン、第2のグリーンシートを一体焼成して相互に密着固定させる。その結果、セラミックスペーストが第1のセラミックス層になると共に、第1および第2のグリーンシートがそれぞれ第2および第3のセラミックス層になり、丸棒状のセラミックスヒータが完成する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記工程Gにてグリーンシート片をセラミックス碍管に巻き付ける際には、例えば、温められたシリコンゴムのシートの上にセラミックス碍管が載置されたグリーンシート片を置き、作業者の手作業により、セラミックス碍管を手のひらで転がしてグリーンシート片に巻き込むようにしていった。

【0010】そのため、巻付作業後においても、セラミックスペーストを介したグリーンシート片とセラミックス碍管との密着性が十分にとれない場合があった。その場合には、以下の(a) (b) のいずれかの方法により増し締めを行って密着性を高めていた。

【0011】(a) セラミックス碍管に巻き付けられたグリーンシート片を可撓性を有する2枚の平坦なゴム板の間に挟み、一方のゴム板を作業者が手で持って動かすことにより、セラミックス碍管に巻き付けられたグリーンシート片を各ゴム板間で転がして増し締めを行う。

【0012】(b) セラミックス碍管に巻き付けられたグリーンシート片をゴム製の円筒状パイプ内に挿入し、当該パイプの周囲に作動油を注入して均一な油圧をかけ、当該パイプの内径を縮めることにより、当該パイプの内周面を介してグリーンシート片の外周に均一な圧力をかけて増し締めを行う。

【0013】しかし、上記(a)の方法では、作業者のミスから、セラミックス碍管とグリーンシート片との間に隙間が生じたり、巻き付けられたグリーンシート片にねじれが生じたりして、セラミックス碍管とグリーンシート片とが確実に密着しないおそれがあった。そこで、セラミックス碍管とグリーンシート片とを確実に密着させるように細心の注意を払いながら増締作業を進めるとなると、増締作業に相当の時間を要することになり、製造TAT (Turn Around Time) が長くなるという問題があった。

【0014】それに対して、上記(b)の方法では、手作業によらずに増締作業を行うため、増締作業の均一化を図ることが可能になる上に、増締作業に要する時間が上記(a)の方法に比べれば短くなるため製造TATを

短縮することができる。しかし、セラミックス碍管に巻き付けられたグリーンシート片を1本ずつ前記パイプ内に挿入しなければならず、多量のセラミックスヒータを製造する際には、当該挿入作業に多大な手間がかかることから、製造TATを十分に短縮することができないという問題があった。

【0015】本発明は上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、セラミックスペーストが塗布されたグリーンシート片をセラミックス基材に巻き付けた後に増し締めを行う際に、グリーンシート片とセラミック基材とを確実に密着させると共に、増締作業を速やかに行うことが可能なセラミックスヒータの製造方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するためになされた請求項1に記載の発明は、以下の第1～第3の工程を備える。第1の工程では、セラミックス原料粉末に溶剤および結合剤を添加してスラリー状とした後にシート状に成形したグリーンシート片に、通電されることにより発熱する発熱パターンを形成し、そのグリーンシート片の表面に、セラミックス原料粉末に溶剤および結合剤を添加してスラリー状としたセラミックスペーストを塗布し、そのセラミックスペーストが塗布された面の上にセラミックス基材を載置する。次に、第2の工程では、グリーンシート片をセラミックス基材の外周に巻き付け、セラミックスペーストの塗布面をセラミックス基材に密着させる。続いて、第3の工程では、グリーンシート片と発熱パターンとセラミックスペーストとセラミックス基材とを一体焼成する。そして、第2の工程では、セラミックス基材の外周に巻き付けられたグリーンシート片を、それぞれのローラ軸が平行に配置されて同一方向に回動する第1および第2の増締ローラの間を通過させ、その通過時に、第1および第2の増締ローラの外周面と当該グリーンシート片の外周面とを摺動させながら、第1および第2の増締ローラの間で当該グリーンシート片を回動させることにより、セラミックスペーストの塗布面全面をセラミックス基材の外周面に密着させる増し締めを行う。

【0017】従って、本発明においては、当該グリーンシート片の外周面が各増締ローラの外周面に当接するため、例えば、第1の増締ローラの回転速度を第2の増締ローラの回転速度よりも低く設定しておけば、各増締ローラの回動に伴い、各増締ローラからグリーンシート片に対して、各増締ローラの回動方向とは反対方向に回動させる力が加えられる。そのため、当該グリーンシート片は、各増締ローラの外周面から押圧されて当該外周面と摺動しながら回転し、各増締ローラの間を通り抜ける。その結果、当該グリーンシート片がセラミックス基材の外周に強固に巻き付けられ、セラミックスペーストの塗布面全面がセラミックス碍管の外周面に確実に密着

されて、グリーンシート片の増し締めが行われる。その後、グリーンシート片は、各増締ローラの間から落下する。

【0018】このように、本発明によれば、手作業によらずに増締作業を行うため増締作業の均一化を図ることが可能であり、各増締ローラの間に当該グリーンシート片を順次供給するだけで自動的に増締が行われ、増締を終えた当該グリーンシート片は各増締ローラの間から落下するため、増締作業に要する時間を短くして製造TATを短縮することができる。

【0019】ところで、請求項2に記載の発明のように、請求項1に記載のセラミックスヒータの製造方法において、前記第1および第2の増締ローラのローラ軸は共に水平かつ同じ高さに配置してもよい。また、請求項3に記載の発明のように、請求項1に記載のセラミックスヒータの製造方法において、前記第2の増締ローラのローラ軸に対して、前記第1の増締ローラのローラ軸の方向に一定の付勢力を付与する付勢手段を備えるようにしてもよい。

【0020】従って、本発明によれば、当該グリーンシート片に対して各増締ローラの外周面からの押圧力を確実に付与することができるため、当該グリーンシート片を各増締ローラの外周面と摺動させながらスムーズに回動させることができる。また、請求項4に記載の発明のように、請求項1に記載のセラミックスヒータの製造方法において、前記第1および第2の増締ローラの少なくとも外周面がそれぞれ可撓性を有し、前記グリーンシート片を前記第1および第2の増締ローラの間を通して、前記セラミックス基材の形状に対応して前記第1および第2の増締ローラの外周面が変形するようにしてもよい。

【0021】従って、本発明によれば、各増締ローラの回動に伴って各増締ローラの外周面が前記セラミックス基材の形状に対応して変形するため、当該グリーンシート片に過大な力を与えて不要な変形を引き起こすことなく、当該グリーンシート片をスムーズに回動させることができる。

【0022】また、請求項5に記載の発明のように、請求項1に記載のセラミックスヒータの製造方法において、前記第1および第2の増締ローラの外周面を加熱するようにしてもよい。従って、本発明によれば、各増締ローラの外周面を介してグリーンシート片を加熱するため、グリーンシート片の可撓性を高めることができ、増締作業を確実に行うことができる。

【0023】また、請求項6に記載の発明のように、請求項1に記載のセラミックスヒータの製造方法において、前記第1および第2の増締ローラと前記グリーンシート片とが擦れ合うことによって生じる静電気を除去する静電気除去手段を備えてもよい。

【0024】従って、本発明によれば、前記静電気によ

りグリーンシート片が増締ローラに付着するのを防止することが可能になる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体化した一実施形態を図面と共に説明する。図6は、本実施形態により作成されたセラミックスヒータ1を示す一部断面斜視図である。

【0026】セラミックスヒータ1は、円筒形のセラミックス碍管(基材)2の表面に、第1のセラミックス層3、第2のセラミックス層4、発熱パターン5、第3のセラミックス層6がこの順番で積層巻回されて構成されている。図7は、セラミックスヒータ1の各部材3～6がセラミックス碍管2に対して積層巻回される前の状態を示す分解斜視図である。

【0027】発熱パターン5は、発熱部11、コンタクト部12、13、リード部14、15から構成されている。発熱部11は、セラミックスヒータ1の先端側に配置され、セラミックスヒータ1の長手方向に対して垂直方向に複数回蛇行するように形成されている。尚、発熱部11の形状および寸法は、セラミックスヒータ1の使用目的に応じ、加熱対象に合わせて設定されている。また、各コンタクト部12、13はセラミックスヒータ1の後端側に配置されている。そして、各コンタクト部12、13は各リード部14、15を介して発熱部11の両端部とそれぞれ接続されている。

【0028】セラミックス層6におけるセラミックスヒータ1の表面側には、各コンタクト部12、13とそれぞれ対応する位置に各端子部21、22が設けられている。そして、各端子部21、22は、セラミックス層6に形成された各スルーホール23、24を介して、各コンタクト部12、13とそれぞれ接続されている。そのため、各端子部21、22間に電圧を印加すると、各端子部21、22から各スルーホール23、24および各コンタクト部12、13を介して発熱パターン5に通電がなされ、発熱パターン5が発熱する。

【0029】次に、セラミックスヒータ1の製造工程について、図1～図11に基づいて説明する。

【工程1(図8参照)】まず、各部材2～4、6を形成するためのセラミックス原料粉末を作成する。

【0030】すなわち、平均粒径1.5μm、純度99.9%の酸化アルミニウム(Al₂O₃)粉末を主材料とし、平均粒径2μm、純度98%の二酸化ケイ素(SiO₂)粉末と、平均粒径2μm、純度90%の酸化マグネシウム(MgO)粉末と、平均粒径2μm、純度93%の酸化カルシウム(CaO)粉末とを焼結促進剤として、これらを97.2:2.5:0.1:0.1の割合で配合し、ボールミルで20～60時間湿式混合した後で脱水乾燥することにより、セラミックス原料粉末を作成する。

【0031】尚、セラミックス原料粉末の主材料として

は Al_2O_3 が好適であるが、特に熱伝導特性に優れた高温高強度材料とするために、 Al_2O_3 の平均結晶粒径は $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下が適当であり（望ましくは $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下）、相対理論密度94%以上、純度90%以上が適当である。

【0032】また、セラミックス原料粉末の主材料としては、高温高強度セラミックスであればどのようなもの（例えば、ムライトやスピネル等のアルミナ類似のセラミックスなど）を用いてもよい。そして、焼成促進剤としては、 SiO_2 、 MgO 、 CaO 以外に酸化ホウ素（ B_2O_3 ）を配合してもよく、焼成過程において酸化物、ひいては所定の網目構造となりえるもの、例えば、炭酸塩などの各種塩や水酸化物として配合してもよい。

【0033】次に、セラミックス原料粉末からグリーンシートを作成する。すなわち、セラミックス原料粉末に、溶剤および結合剤としてポリビニルブチラール8%，DBP4%，メチルエチルケトン、トルエン70%を添加し、ポールミルで混合してスラリー状とする。そして、減圧脱泡後、加圧成形法（例えば、静水圧成形法、ドクターブレード法など）または押出成形法により、セラミックス層4と成る厚さ0.05～0.1mmの矩形シート状の第1のグリーンシート4aを作成すると共に、セラミックス層6と成る厚さ0.2～0.4mmの矩形シート状の第2のグリーンシート6aを作成する。

【0034】【工程2（図7、図8参照）】まず、グリーンシート6aの表面に、厚さ $10\sim30\text{ }\mu\text{m}$ の高融点金属ペーストから成る複数組の発熱パターン5をペースト印刷法を用いて形成する。このとき、各発熱パターン5がグリーンシート6aの長手方向に配置されるようとする。

【0035】次に、グリーンシート6aの裏面において、表面側に形成された発熱パターン5の各コンタクト部12、13とそれぞれ対向する位置に、厚さ $10\sim30\text{ }\mu\text{m}$ の高融点金属ペーストから成る各端子部21、22をペースト印刷法を用いて形成する。

【0036】続いて、各コンタクト部12、13と各端子部21、22とをそれぞれ連通する透孔をグリーンシート6aに開口し、当該透孔内に高融点金属ペーストを充填して各スルーホール23、24を形成する。尚、高融点金属ペーストとしては、主にタングステン（W）やモリブデン（Mo）を用い、これに、白金（Pt）やロジウム（Rh）などの高融点金属成分を混合して用いるとい。また、抵抗特性の向上のために、PtやRhを単独で用いてもよい。ちなみに、悪影響を与えない限りにおいて、セラミックス層3、4、6と同材料の酸化物等が発熱パターン5の材料中に若干混在していてもよい。

【0037】また、発熱パターン5および各端子部21、22と成る導電性膜は、ペースト印刷法以外の適宜な方法（化学メッキ法、CVD（Chemical Vapor Deposition）法、PVD（Physical Vapor Deposition）法な

ど）を用いて形成してもよい。

【0038】【工程3（図8参照）】グリーンシート6aにおける発熱パターン5が形成された面の上にグリーンシート4aを重ね合わせ、各グリーンシート4a、6aを圧着する。

【工程4（図9参照）】各発熱パターン5が独立するよう、積層した各グリーンシート4a、6aを長手方向に対して垂直に切断して、短冊状の各グリーンシート片GPを作成する。このとき、各グリーンシート片GPを分離せずに各グリーンシート片GPがほぼ密着した状態にして、切断前の各グリーンシート4a、6aの全体の形状（セラミックスヒータ1の長手方向に対して垂直方向に長く伸びた形状）が保持されるようにする。

【0039】【工程5（図10参照）】まず、工程1にて作成したセラミックス原料粉末からセラミックスペースト3aを作成する。すなわち、セラミックス原料粉末に、溶剤および結合剤としてポリビニルブチラール25%，DBP8%，ブチルカルビドール30%を添加し、ポールミルで混合してスラリー状にすることにより、セラミックスペースト3aを作成する。

【0040】次に、セラミックスペースト3aを各グリーンシート片GPの表面に塗布する。尚、工程4において切断した各グリーンシート片GPを分離しなかったのは、スクリーンマスクを使用することにより、各グリーンシート片GPの表面に対してセラミックスペースト3aを均一に且つ一度に塗布するためである。

【0041】【工程6（図11参照）】まず、工程1にて作成したセラミックス原料粉末からセラミックス碍管2を作成する。すなわち、セラミックス原料粉末に、溶剤および結合剤としてメチルセルロース1%，マイクロクリスタリンワックス（商品名）15%，水10%を添加して混練する。そして、押出成形法で円筒状に成形し、所定寸法に切断後、1200°Cで仮焼することにより、セラミックス碍管2を作成する。

【0042】次に、各グリーンシート片GPのセラミックスペースト3aが塗布された面の上に、セラミックス碍管2を載置する。このとき、各グリーンシート片GPの長手方向に対して平行な所定位置にセラミックス碍管2が配置されるように、各グリーンシート片GPに対してセラミックス碍管2を1本ずつ載置する。

【0043】【工程7（図7、図11参照）】各グリーンシート片GPをセラミックス碍管2が載置された状態で分離する。

【工程8（図1～6参照）】まず、グリーンシート片GPをセラミックス碍管2の外周に巻き付ける。その巻付方法にはどのような方法を用いてもよいが、例えば、温められたシリコンゴムのシートの上にセラミックス碍管2が載置されたグリーンシート片GPを置き、作業者の手作業により、セラミックス碍管2を手のひらで転がしてグリーンシート片GPに巻き込めばよい。

【0044】次に、セラミックス碍管2に巻き付けられたグリーンシート片GP(以下、グリーンシート片RPと表記する)を増締装置81へ供給する。図1は、増締装置81の構造を説明するための概略構成図である。増締装置81は、搬送装置82、第1の増締ローラ群83a、第2の増締ローラ群83bから構成されている。

【0045】搬送装置82は、搬送ローラ91およびベルトコンベア92から構成されている。搬送ローラ91のローラ軸91aは回転可能に枢支されており、円柱形の搬送ローラ91の外周面にはローラ軸91aと同一方向に複数の溝91bが掘設されている。そして、搬送ローラ91は、回動装置(図示略)により、ローラ軸91aを中心として矢印A方向に回動されるようになっている。

【0046】第1の増締ローラ群83aは、2つの増締ローラ101a、102aおよび付勢装置103aから構成されている。付勢手段としての付勢装置103aは、伸縮ロッド104aおよび空圧シリンダ105aから構成されている。伸縮ロッド104aの先端には軸受106aが設けられ、伸縮ロッド104aの後端は空圧シリンダ105aに嵌挿されて伸縮されるようになっている。

【0047】円柱形の各増締ローラ101a、102aは可撓性および導電性を有する材質(例えば、カーボンなどの導体が分散されたニトリルゴム材など)によって形成され、各増締ローラ101a、102aの幅はグリーンシート片RPの長さ以上に設定されている。

【0048】各増締ローラ101a、102aの各ローラ軸107a、108aおよび搬送ローラ91のローラ軸91aはそれぞれ水平かつ平行に配置されている。また、各増締ローラ101a、102aの各ローラ軸107a、108aは同じ高さに配置されている。

【0049】第1の増締ローラ101aのローラ軸107aは回転可能に枢支され、そのローラ軸107aの位置は固定されている。そして、増締ローラ101aは、回動装置(図示略)により、ローラ軸107aを中心として、搬送ローラ91の回動方向(矢印A方向)とは反対方向(矢印B方向)に回動されるようになっている。

【0050】第2の増締ローラ102aのローラ軸108aは、伸縮ロッド104aの先端の軸受106aに嵌挿されて回転可能に枢支されている。そして、伸縮ロッド104aの伸張により、ローラ軸108aはローラ軸107aの方向(矢印C方向)に一定の付勢力が付与されて付勢される。また、増締ローラ102aは、回動装置(図示略)により、ローラ軸108aを中心として、増締ローラ101aと同一方向(矢印B方向)に回動されるようになっている。

【0051】加えて、金属製の各ローラ軸107a、108aはそれぞれ回動装置を介してアースされている。尚、後述するように、伸縮ロッド104aから増締ローラ102aのローラ軸108aに付与される付勢力は最適値に設定されている。また、各増締ローラ101a、102aの直径、硬度、回転速度はそれぞれ最適値に設定され、各増締ローラ101a、102aの外周面は最適温度に加熱されている。

【0052】ちなみに、各増締ローラ101a、102aの加熱は、各増締ローラ101a、102aの内部に設けられたヒータ(図示略)を用いてもよく、各増締ローラ101a、102aとは別個に設けられた加熱装置(図示略)を用いてもよい。また、各増締ローラ101a、102aを加熱する際には、その外周面のみを加熱し、その内部については加熱しないようにしてもよい。

【0053】第2の増締ローラ群83bの構成は、第1の増締ローラ群83aの構成と同じであるため、第1の増締ローラ群83aの各構成部材101a～108aの符号末尾を「b」に変えて区別し、その詳細な説明については省略する。すなわち、第2の増締ローラ群83bは、増締ローラ101b、102b、付勢装置103b、伸縮ロッド104b、空圧シリンダ105b、軸受106b、ローラ軸107b、108bから構成されている。

【0054】そして、第2の増締ローラ群83bの各増締ローラ101b、102bは、第1の増締ローラ群83aの各増締ローラ101a、102aのそれぞれ直下に配置されている。このように構成された増締装置81を用いてグリーンシート片RPを増し締める動作について、図1～図5を参照しながら説明する。

【0055】図1に示すように、グリーンシート片RPは、ベルトコンベア92上を搬送されて搬送ローラ91の外周面まで送られ、搬送ローラ91の外周面の溝91bに嵌合されることにより、ベルトコンベア92から搬送ローラ91に移送される。そして、溝91bに嵌合されたグリーンシート片RPは、搬送ローラ91の回動により溝91bに嵌合されたまま搬送ローラ91の外周面上を搬送され、第1の増締ローラ群83aの各増締ローラ101a、102aの上方まで送られる。その後、搬送ローラ91がさらに回動すると、グリーンシート片RPと溝91bとの嵌合が解除され、グリーンシート片RPは溝91bから脱落して各増締ローラ101a、102aの間に落下する。このようにして、グリーンシート片RPは搬送ローラ91から第1の増締ローラ群83aに供給される。

【0056】ここで、溝91bの幅および深さは、グリーンシート片RPの直径に対応して最適に設定しておく。これにより、ベルトコンベア92から搬送ローラ91にグリーンシート片RPを確実に移送できると共に、搬送ローラ91の回動中に溝91bからグリーンシート片RPが脱落するのを防止できる。

【0057】次に、図2に示すように、各増締ローラ101a、102aの間に落下したグリーンシート片RP

は、各増締ローラ101a, 102aの外周面に当接する。ここで、増締ローラ102bのローラ軸108aは、付勢装置103aの伸縮ロッド104aにより、増締ローラ101aのローラ軸107aの方向(矢印C方向)に一定の付勢力が付与されて付勢されている。そして、各増締ローラ101a, 102aは同一方向(矢印B方向)に回動している。そのため、例えば、増締ローラ101aの回転速度V1を増締ローラ102aの回転速度V2よりも低く設定しておけば(V1 < V2)、各増締ローラ101a, 102aの回動に伴い、各増締ローラ101a, 102aからグリーンシート片RPに対して、各増締ローラ101a, 102aの回動方向(矢印B方向)とは反対方向(矢印D方向)に回動させる力が加えられる。

【0058】そして、図3に示すように、各増締ローラ101a, 102aの回動に伴い、グリーンシート片RPは、各増締ローラ101a, 102aの外周面から押圧されて当該外周面と摺動しながら矢印D方向に回転し、各増締ローラ101a, 102aの間を通り抜ける。その結果、グリーンシート片GPがセラミックス碍管2の外周に強固に巻き付けられ、セラミックスペースト3aの塗布面全面がセラミックス碍管2の外周面に確実に密着されて、グリーンシート片RPの増し締めが行われる。その後、グリーンシート片RPは、矢印Eに示すように、各増締ローラ101a, 102aの間に落下する。このようにして、グリーンシート片RPは第1の増締ローラ群83aから第2の増締ローラ群83bに供給される。

【0059】続いて、図4に示すように、各増締ローラ101b, 102bの間に落下したグリーンシート片RPは、各増締ローラ101b, 102bの外周面に当接する。ここで、増締ローラ102bのローラ軸108bは、付勢装置103bの伸縮ロッド104bにより、増締ローラ101bのローラ軸107bの方向(矢印C方向)に一定の付勢力が付与されて付勢されている。そして、各増締ローラ101b, 102bは同一方向(矢印B方向)に回動している。そのため、例えば、増締ローラ101bの回転速度V3を増締ローラ102bの回転速度V4よりも低く設定しておけば(V3 < V4)、各増締ローラ101b, 102bの回動に伴い、各増締ローラ101b, 102bからグリーンシート片RPに対して、各増締ローラ101b, 102bの回動方向(矢印B方向)とは反対方向(矢印D方向)に回動させる力が加えられる。

【0060】そして、図5に示すように、各増締ローラ101b, 102bの回動に伴い、グリーンシート片RPは、各増締ローラ101b, 102bの外周面から押圧されて当該外周面と摺動しながら矢印D方向に回転し、各増締ローラ101b, 102bの間を通り抜ける。その結果、第1の増締ローラ群83aで増し締めが

行われたグリーンシート片RPに対して、第2の増締ローラ群83bによりさらなる増し締めが行われる。その後、グリーンシート片RPは、矢印Fに示すように、増締装置81の下方に落下する。

【0061】ここで、グリーンシート片GPの厚みとセラミックス碍管2の直径とに合わせて(すなわち、グリーンシート片RPの直径に合わせて)、各伸縮ロッド104a, 104bから各増締ローラ102a, 102bのローラ軸108a, 108bに付与される付勢力と、各増締ローラ101a, 102a, 101b, 102bの直径、硬度、回転速度とを、それぞれ実験によって求められた最適値に設定しておく。これにより、各増締ローラ101a, 102a, 101b, 102bの回動に伴って、各増締ローラの外周面がセラミックス碍管2の形状に対応して変形し、グリーンシート片GPに過大な力を与えて不要な変形を引き起こすことなく、グリーンシート片RPをスムーズに回転させることができなる。

【0062】また、各増締ローラ101a, 102a, 101b, 102bの外周面を実験によって求められた最適温度に加熱しておくことにより、各増締ローラを介してグリーンシート片GPを加熱し、グリーンシート片GPの可撓性を高めることができる。

【0063】尚、各増締ローラ群83a, 83bにおいて、各増締ローラ101a, 101bの直径、硬度、温度を同じに設定する必要はなく、各増締ローラ102a, 102bの直径、硬度、温度を同じに設定する必要もない。そして、各増締ローラ101a, 102a, 101b, 102bを導電性を有する材質によって形成すると共に金属製のローラ軸107a, 108a, 107b, 108bを介してアースしておくことにより、各増締ローラとグリーンシート片GPとが擦れ合うことによって生じる静電気を除去し、当該静電気により各増締ローラにグリーンシート片GPが付着するのを防止することが可能になる。

【0064】従って、セラミックスペースト3aの塗布面全面をセラミックス碍管2の外周面に確実に密着させ、グリーンシート片RPの増し締めを行うことができる。そして、グリーンシート片RPをベルトコンベア92上に順次載置することにより、当該グリーンシート片RPは、搬送装置82→第1の増締ローラ群83a→第2の増締ローラ群83aへと順次自動的に供給されてゆく。ここで、搬送ローラ91の外周面における溝91bの間隔を調整することにより、単位時間当たりに搬送装置82から第1の増締ローラ群83aへ供給されるグリーンシート片RPの個数を調節することができる。

【0065】従って、各増締ローラ群83a, 83bにおいて各増締ローラ101a, 102a, 101b, 102bの間を通り抜けるのに要する時間(すなわち、各増締ローラ群83a, 83bにて増し締めを行う時間)

に合わせて搬送ローラ91の外周面における溝91bの間隔を調整することにより、各増締ローラ群83a, 83bにて増締中にグリーンシート片RPが詰まるのを防ぐことができる。

【0066】[工程9(図6参照)]セラミックスペースト3aを接合材としてグリーンシート片GPが巻き付けられたセラミックス碍管2を250℃で樹脂抜きした後、水素雰囲気中にて1500~1600℃で一体焼成して相互に密着固定させる。その結果、セラミックスペースト3aがセラミックス層3になると共に、各グリーンシート4a, 6aがそれぞれ各セラミックス層4, 6になり、丸棒状のセラミックスヒータ1が完成する。

【0067】その後、各端子部21, 22の表面に防錆性を高めるためのメッキ処理(例えば、ニッケルメッキなど)を施してメッキ層(図示略)を形成し、そのメッキ層に電源から引き出されたリード線(図示略)をロウ付けにて接続する。尚、セラミックス碍管2と発熱パターン5との間にセラミックス層4を挟んであるのは、高融点金属ペーストから成る発熱パターン5とセラミックス碍管2とをセラミックスペースト3aを用いて直接接合させると、発熱パターン5とセラミックス碍管2との密着性が不十分になって焼成時に気孔が発生し、その気孔により発熱パターン5が酸化しやすくなって断線を起こすおそれがあることから、これを防止するためである。

【0068】また、各部材2~6の相互密着性を高めるために同時焼成することが好ましく、その焼成方法としては、型加圧(HP, HIP)焼結、雰囲気加圧焼結、常圧焼結、反応焼結などを用いればよく、その焼結温度は1450~1600℃の範囲から選択するのが適当である。

【0069】また、焼成時の雰囲気は、水素などの還元雰囲気以外にも、不活性ガス雰囲気(例えば、アルゴン(Ar), 窒素(N₂)など)、酸化性雰囲気(例えば、大気中)としてもよい。このように作成されたセラミックスヒータ1は、特に高温下で長時間使用される内燃機関の空燃比制御用の酸素センサを加熱するためのヒーターとして好適である。この場合、セラミックスヒータ1は、試験管型固体電解質酸素センサ素子の内部に挿入してもよく、酸素センサ素子に付設してもよい。

【0070】以上詳述したように、本実施形態によれば、工程8にてセラミックスペーストを介したグリーンシート片GPとセラミックス碍管2との密着性を高めるための増し締めを行う際に、増締装置81を用いるため、グリーンシート片GPとセラミックス碍管2とを確実に密着させることができる。そして、手作業によらずに増締作業を行うため、増締作業の均一化を図ることができる。

【0071】加えて、増締装置81において、第1の増締ローラ群83aには搬送装置82からグリーンシート

片RPが自動的に連続して供給され、第2の増締ローラ群83bには第1の増締ローラ群83aからグリーンシート片RPが自動的に連続して供給される。そのため、前記(b)の方法のような手間がかからないことから、増締作業に要する時間を短くすることが可能になり、多量のセラミックスヒータ1を製造する際には特に製造TATを短縮することができる。

【0072】尚、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、以下のように変更してもよく、その場合でも、上記実施形態と同様の作用および効果を得ることができる。

(1) 各増締ローラ101a, 102a, 101b, 102bの外周面に帯電防止剤を供給するようにしてもよい。例えば、帯電防止剤として石鹼水を用いる場合には、一定個数のグリーンシート片RPの増し締めを行った後に、各増締ローラ101a, 102a, 101b, 102bの外周面を石鹼水にて拭くようにする。このようにすれば、各増締ローラ101a, 102a, 101b, 102bとグリーンシート片GPとが擦れ合うことによって生じる静電気をより確実に除去することが可能になる。尚、帯電防止剤を用いることで静電気を十分に除去可能な場合には、各増締ローラ101a, 102a, 101b, 102bの材質に導電性を有する材質を用いる必要はない。

【0073】(2) 上記実施形態において2組の増締ローラ群83a, 83bを設けたのは、より確実な増し締めを行うためである。従って、第1の増締ローラ群83aのみで十分な増し締めが可能な場合は、第2の増締ローラ群83bを省いてもよい。また、2組の増締ローラ群83a, 83bを用いても増し締めが不十分な場合は、各増締ローラ群83a, 83bと同一構成の増締ローラ群を3組以上設けるようにしてもよい。

【0074】(3) セラミックス碍管2の形状は、円筒状に限らず、適宜な形状(例えば、四角筒状、多角形筒状など)にしてもよい。また、セラミックス碍管2を適宜な形状(例えば、棒状、板状など)のセラミックス基材に置き換てもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を具体化した一実施形態の増締装置の構造を説明するための概略構成図。

【図2】一実施形態の増締装置の動作を説明するための説明図。

【図3】一実施形態の増締装置の動作を説明するための説明図。

【図4】一実施形態の増締装置の動作を説明するための説明図。

【図5】一実施形態の増締装置の動作を説明するための説明図。

【図6】一実施形態のセラミックスヒータの一部断面斜視図。

【図7】一実施形態のセラミックスヒータの製造方法を説明するための分解斜視図。

【図8】一実施形態のセラミックスヒータの製造方法を説明するための分解斜視図。

【図9】一実施形態のセラミックスヒータの製造方法を説明するための斜視図。

【図10】一実施形態のセラミックスヒータの製造方法を説明するための斜視図。

【図11】一実施形態のセラミックスヒータの製造方法を説明するための斜視図。

【符号の説明】

1…セラミックスヒータ 2…セラミックス碍管（基

材）

3a…セラミックスペースト 4a, 6a…グリーンシート

5…発熱バターン GP, RP…グリーンシート片

83a, 83b…増締ローラ群

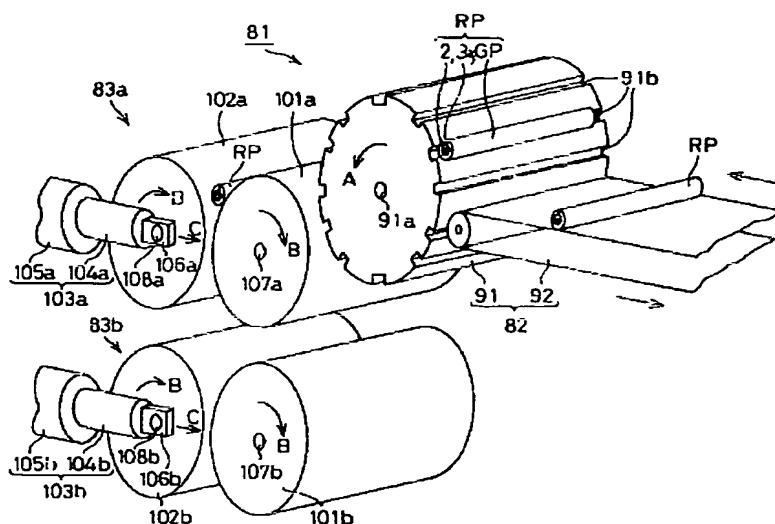
101a, 102a, 101b, 102b…増締ローラ

103a, 103b…付勢装置 104a, 104b…伸縮ロッド

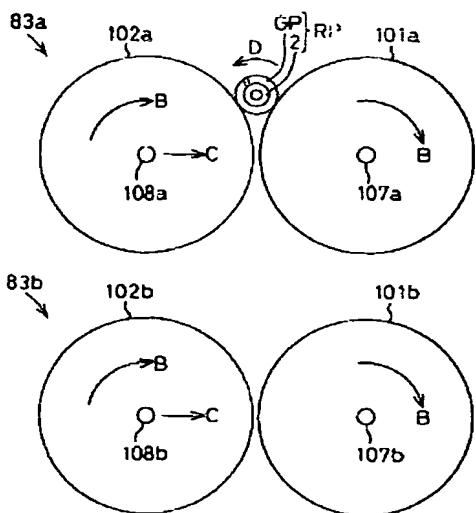
105a, 105b…空圧シリンダ 106a, 106b…軸受

107a, 107b…ローラ軸

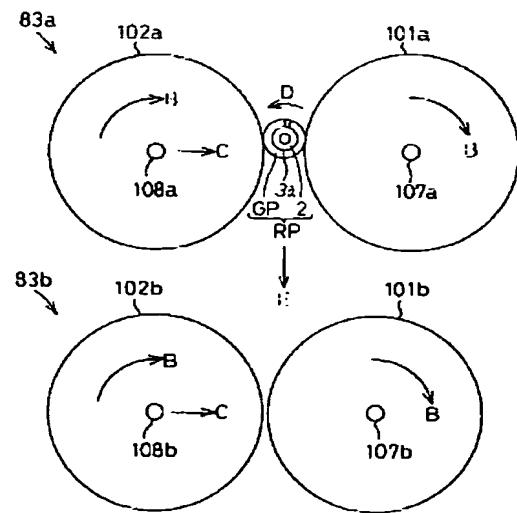
【図1】



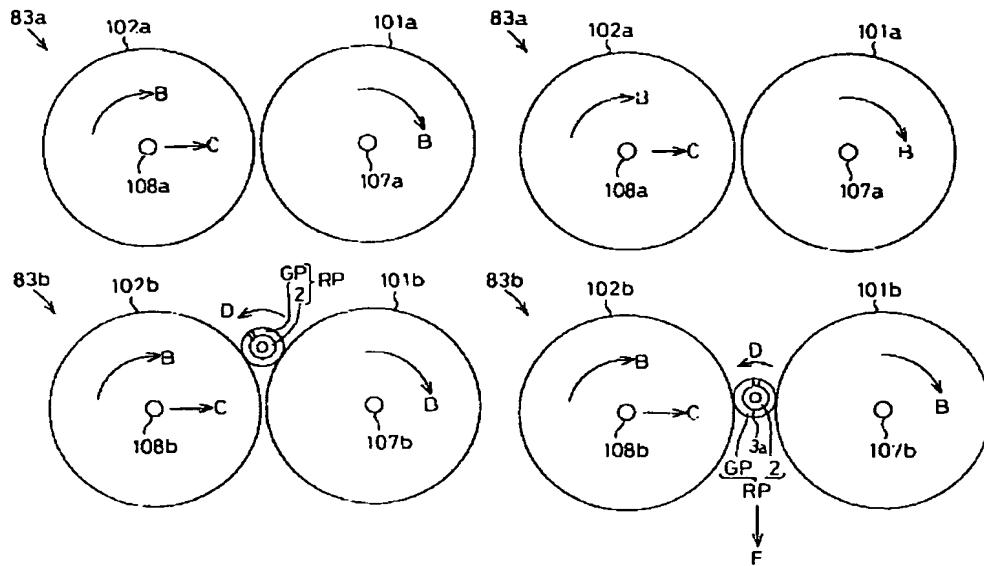
【図2】



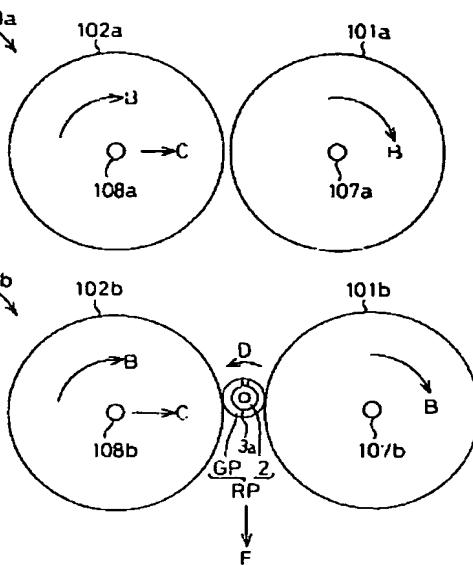
【図3】



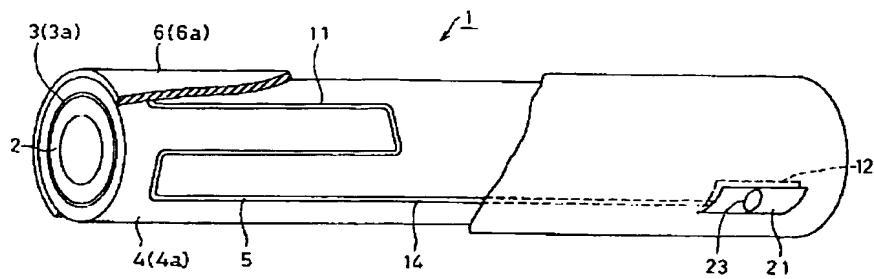
【図4】



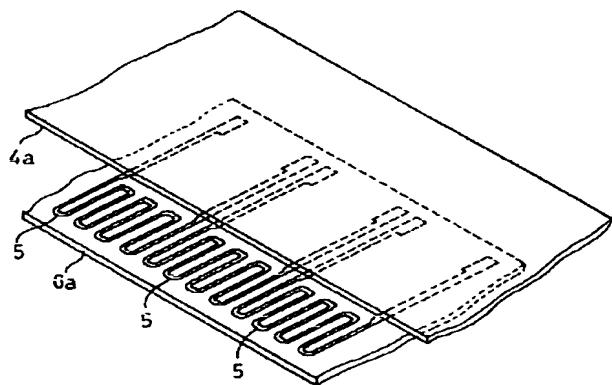
【図5】



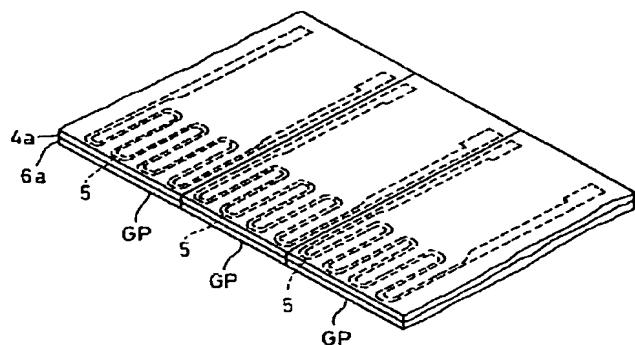
【図6】



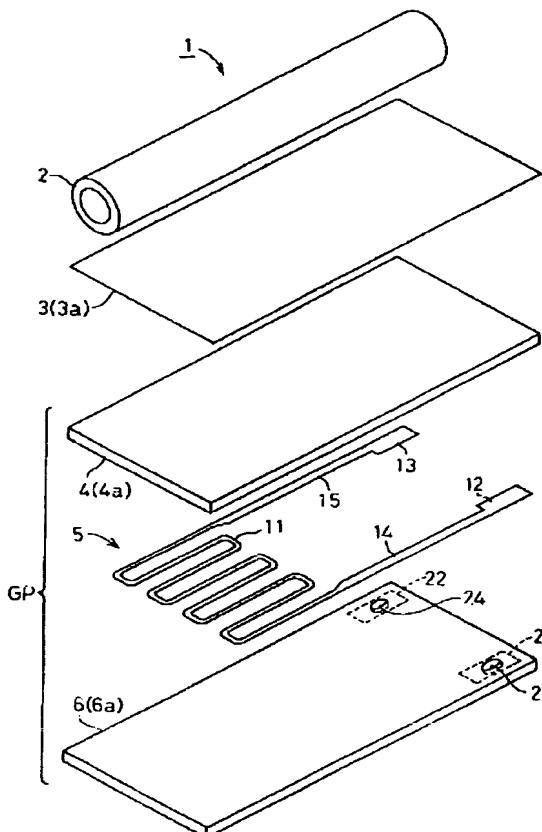
【図8】



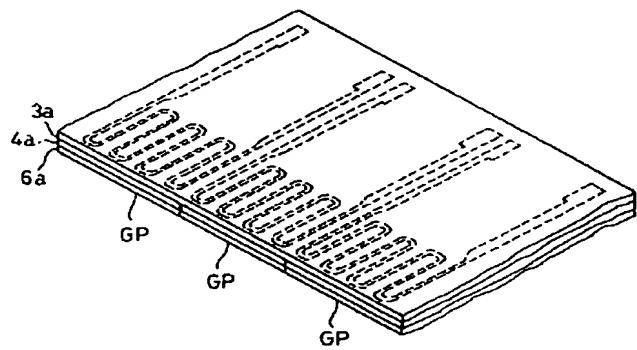
【図9】



【図7】



【図10】



【図11】

